FCT/JP2004/000072

# JAPAN PATENT OFFICE

08. 1. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application:

2003年 3月12日

REC'D 2 7 FEB 2004

WIPO

出 願 番 Application Number:

特願2003-066871

[ST. 10/C]:

[JP2003-066871]

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

出 Applicant(s):

> SUBMITTED OR TRANSMITTED IN COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

特許庁長官 Commissioner. Japan Patent Office 2004年 2月13日



【書類名】

特許願

【整理番号】

188170

【特記事項】

特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特

許出願

【提出日】

平成15年 3月12日

【あて先】

特許庁長官殿

【国際特許分類】

H01Q 19/32

H01Q 21/20

【発明者】

【住所又は居所】

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際

電気通信基礎技術研究所内

【氏名】

大平 孝

【発明者】

【住所又は居所】

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際

電気通信基礎技術研究所内

【氏名】

荒木 晃司

【特許出願人】

【識別番号】

393031586

【住所又は居所】

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2

【氏名又は名称】

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

【代理人】

【識別番号】

100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】

青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】

100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】

100098280

【弁理士】

【氏名又は名称】 石野 正弘

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】

特願2003- 2297

【出願日】

平成15年 1月 8日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】

013262

【納付金額】

21,000円

【その他】

国等の委託研究の成果に係る特許出願(通信・放送機構

、平成14年4月1日付け委託契約研究テーマ「自律分

散型無線ネットワークの研究開発」、産業再生法第30

条の適用を受けるもの)

【提出物件の目録】

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【物件名】

新規性喪失の例外証明書

【援用の表示】 変更を要しないため省略する。

【物件名】

宣誓書 1

【援用の表示】 変更を要しないため省略する。

【包括委任状番号】 9712463

【プルーフの要否】 要



### 【書類名】 明細書

【発明の名称】 アレーアンテナの制御装置及び制御方法

### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナの制御装置。

【請求項2】 上記アレーアンテナは、第1と第2の非励振素子を備え、上記第1のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xa, Xbからなり、上記第2のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xb, Xaからなることを特徴とする請求項1記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項3】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事



象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項1又は2記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項4】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項1又は2記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項5】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナの制御装置。

【請求項6】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、





上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナの制御装置。

【請求項7】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項5又は6記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項8】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項5又は6記載のアレーアンテナの制御装置。

【請求項9】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的



に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とするアレーアンテナの制御方法。

【請求項10】 上記アレーアンテナは、第1と第2の非励振素子を備え、上記第1のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xa, Xbからなり、上記第2のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xb, Xaからなることを特徴とする請求項9記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項11】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項9又は10記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項12】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項9又は10記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項13】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的



に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とするアレーアンテナの制御方法。

【請求項14】 送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とするアレーアンテナの制御方法。

【請求項15】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項13又は14記載のアレーアンテナの制御方法。

【請求項16】 受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする請求項13又は14記載のアレーアンテナの制御方法。



#### 【発明の詳細な説明】

[0001]

# 【発明の属する技術分野】

本発明は、アレーアンテナの制御装置及び制御方法に関し、特に、空間的ダイバシティを実現する3素子以上の複数素子を有するアレーアンテナの制御装置及び制御方法に関する。

[0002]

#### 【従来の技術】

無線通信のブロードバンド化に伴い、ノートパソコンやPCMCIAカードなどのユーザ端末装置に搭載するアンテナ装置も高機能及び高性能が求められるようになってきた。必要とされる機能として、例えば、到来する無線信号からマルチパスフェージングを除去することが挙げられる。マルチパスフェージングは、ひとつの信号源から送信された波動が複数の経路を伝搬し、受信点において信号が同振幅かつ逆位相でキャンセルされるときに激しいレベル低下が発生する現象である。屋外無線基地局において受信する場合には、マルチパスの経路による到来波の角度広がりは比較的狭い。しかし、ユーザ端末装置あるいは室内環境においては、360度全方位に広がるマルチパス波の到来が生じる。

# [0003]

携帯型端末装置やPCカード等に搭載されるには、当該アンテナ装置は、小型軽量であること、民生コンシューマ品として受け入れられるコストであること、かつ、バッテリ駆動に耐えうる低消費電力動作であること、などの制約が課せられる。以上の制約を満たすアンテナ装置として、例えば、特許文献 1 や非特許文献 1, 2, 4 において、電子制御導波器アレーアンテナ装置(Electronically S teerable Passive Array Radiator Antenna)が提案されている。

# [0004]

この電子制御導波器アレーアンテナ装置は、無線信号が給電される励振素子と、この励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられ、無線信号が給電されない 6個の非励振素子と、この非励振素子にそれぞれ接続された可変リアクタンス素子とから成るアレーアンテナを備え、上記可変リアクタンス素子のリアクタンス値



をそれぞれ変化させることにより、当該アレーアンテナの指向特性を変化させる ことができる。なお、例えば、アンテナ素子間隔が波長の1/10という狭間隔 である2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置であっても空間ダイバシティ 効果が得られるという数値シミュレーション例が報告されている(非特許文献3 参照。)。

[0005]

#### 【特許文献1】

特開2002-118414号公報。

#### 【非特許文献1】

T. Ohira et al., "Electronically steerable passive array radiator ante nnas for low-cost analog adaptive beamforming," 2000 IEEE International Conference on Phased Array System & Technology pp. 101-104, Dana point, California, May 21-25, 2000<sub>o</sub>

#### 【非特許文献2】

大平孝ほか, "エスパアンテナの等価ウエイトベクトルとその勾配に関する基 本的定式化",電子情報通信学会技術研究報告,2002年5月,AP2001 -16, SAT2001-3, p. 15-20

#### 【非特許文献3】

青山直樹ほか, "アンテナ素子間の相互結合を用いたCOFDMの簡易ダイバ シティ受信方式",電子情報通信学会総合大会講演論文集,2002年3月27 日-30日, B-5-224, p. 695。

#### 【非特許文献4】

大平孝ほか、 "エスパアンテナの等価ウェイトベクトルとアレーファクタ表現 式",電子情報通信学会技術研究報告,2002年7月,AP2000-44, p.  $7 - 14_{\circ}$ 

[0006]

#### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献1及び非特許文献3に示されたアンテナ装置は、設定されるリアクタ ンス値を決定するために、リアクタンス値を微細に(ほぼ連続的に)変化させる



適応制御処理を行っている。この適応制御処理では、複雑な処理アルゴリズムと、それを実行するためのコントローラとを必要とし、さらに、上記コントローラは、可変容量ダイオードに設定するリアクタンス値信号を発生するための制御電圧発生用DAコンバータを必要とするので、アンテナ装置の構成が複雑になり、装置の大きさとコストとが増大する。

### [0007]

非特許文献3に示されたアンテナ装置は、図33に示すように、所定の間隔 d で並置されてなる2つのアンテナ素子A0, A1を備えて構成され、非励振素子であるアンテナ素子A1に例えば可変容量ダイオードである可変リアクタンス素子12が接続されている。このとき、可変リアクタンス素子12への制御電圧を変化することにより、図34に示すように、可変リアクタンス素子12のリアクタンス値X1を変化させることができるが、励振素子であるアンテナ素子A0の給電ポートにおける入力インピーダンス2inも変化するという問題点があった。すなわち、当該2素子のアンテナ装置では、装荷するリアクタンス値の変化に対してアンテナ装置の入力インピーダンスの変化が大きく、給電系まで含めた整合設計がきわめて難しいという問題点があった。

# [0008]

本発明の目的は以上の問題点を解決し、従来技術に比較してハードウエア構成や制御がきわめて簡単であり、マルチパスフェージングが存在するときのアンテーナ利得を大きく改善することができ、しかも可変リアクタンス素子の素子値の変化に伴ってアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化させることがないアレーアンテナの制御装置及び制御方法を提供することにある。

# [0009]

# 【課題を解決するための手段】

第1の発明に係るアレーアンテナの制御装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、ア



レーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とする。

# [0010]

上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、上記アレーアンテナは、第1と第2の非励振素子を備え、上記第1のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xa, Xbからなり、上記第2のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xb, Xaからなることを特徴とする。

# [0011]

また、上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。さらに、とって代わって、上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第1及び第2の



リアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。

### [0012]

第2の発明に係るアレーアンテナの制御装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とする。

# [0013]

第3の発明に係るアレーアンテナの制御装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設



定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して 各可変リアクタンス素子に設定する制御手段を備えたことを特徴とする。

### [0014]

上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。もしくは、とって代わって、上記アレーアンテナの制御装置において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。

#### [0015]

第4の発明に係るアレーアンテナの制御方法は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、

上記偶数個の可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変リアクタンス素子とからなり、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合



とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とする。

### [0016]

上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、上記アレーアンテナは、第1と第2の非励振素子を備え、上記第1のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xa, Xbからなり、上記第2のリアクタンス値セットは上記第1と第2の非励振素子に対して設定されるリアクタンス値Xb, Xaからなることを特徴とする。

### [0017]

また、上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。さらに、とって代わって、上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記第1及び第2のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。

# [0018]

第5の発明に係るアレーアンテナの制御方法は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れてかつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的



に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とする。

### [0019]

第6の発明に係るアレーアンテナの制御方法は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御方法であって、

上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定するステップを含むことを特徴とする。

# [0020]

上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように上記複数組のリアクタンス値セットが設定されたことを特徴とする。さらに、とって代わって、上記アレーアンテナの制御方法において、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように上記複数組のリアクタンス値セッ



トが設定されたことを特徴とする。

[0021]

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

[0022]

<第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態に係るアレーアンテナの制御装置の構成を示 すブロック図である。図1に示すように、アレーアンテナの制御装置は、1つの 励振素子A0と、可変リアクタンス素子12-1が装荷された第1の非励振素子 A1と、可変リアクタンス素子12-2が装荷された第2の非励振素子A2とを 備えてなる3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置で構成されたアレーアン テナ装置100と、アンテナコントローラ10とを備え、ここで、アンテナコン トローラ10は、アレーアンテナ装置100で受信された無線信号に基づいて、 所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナ装置100の入 カインピーダンス Z i nが実質的に変化しないように、2つの可変リアクタンス 素子12-1,12-2に対して第1のリアクタンス値セット(Xa, Xb)を 設定する第1の場合(ここで、可変リアクタンス素子12-1に対してリアクタ ンス値Xaが設定され、可変リアクタンス素子12-2に対してリアクタンス値 Xbが設定される。)と、2つの可変リアクタンス素子12-1,12-2に対 して第2のリアクタンス値セット(Xb, Xa)を設定する第2の場合(ここで 、可変リアクタンス素子12-1に対してリアクタンス値Xbが設定され、可変 リアクタンス素子12-2に対してリアクタンス値Xaが設定される。)とのう ち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の 、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して2つの可変リアク タンス素子12-1,12-2に設定することを特徴としている。

[0023]

図2は、図1のアレーアンテナ装置100の詳細構成を示す斜視図である。図 1及び図2に示すように、アレーアンテナ装置100は、接地導体11上に垂直 に設けられた励振素子A0及び2本の非励振素子A1, A2から構成され、励振



素子A0と非励振素子A1とは、互いに平行に、かつ距離 d で離間して配置され、励振素子A0と非励振素子A2とは、互いに平行に、かつ距離 d で離間して配置され、これら3本のアンテナ素子A2,A0,A1が一直線上に並置されている。励振素子A0及び非励振素子A1,A2の各長さは、所望波の波長 $\lambda$ の約1/4になるように構成され、また、上記アンテナ間隔 d は、例えば、波長 $\lambda$ の0.1倍ないし0.35倍になるように構成される。励振素子A0の給電点は同軸ケーブル1を介して低雑音増幅器(LNA)2に接続される。また、非励振素子A1は可変リアクタンス素子12-1に接続され、非励振素子A2は可変リアクタンス素子12-2に接続され、可変リアクタンス素子12-1に接続され、非励振素子A2は可変リアクタンス素子12-2に接続され、アンテナコントローラ10からのペアケーブル5-1,5-2を介して伝送されるリアクタンス値信号によって設定される。

### [0024]

図3は、図2のA-A'線におけるアレーアンテナ装置100の縦断面図であ る。図3に示すように、励振素子A0は接地導体11と電気的に絶縁され、かつ 同軸ケーブル1の中心導体1 a に接続される。非励振素子A1は、可変リアクタ ンス素子12-1を介して、接地導体11に対して高周波的に接地され、また、 非励振素子A2は、可変リアクタンス素子12-2を介して、接地導体11に対 して高周波的に接地される。各可変リアクタンス素子12-1,12-2の動作 を説明すると、例えば励振素子A0と非励振素子A1,A2の長手方向の長さが 実質的に同一であるとき、例えば、可変リアクタンス素子12-1がインダクタ ンス性(L性)を有するときは、可変リアクタンス素子12-1は延長コイルと なり、非励振素子A1の電気長が励振素子A0に比較して長くなり、反射器とし て働く。一方、例えば、可変リアクタンス素子12-1がキャパシタンス性 (C 性)を有するときは、可変リアクタンス素子12-1は短縮コンデンサとなり、 非励振素子A1の電気長が励振素子A0に比較して短くなり、導波器として働く 。また、可変リアクタンス素子12-2が接続された非励振素子A2も同様に動 作する。ここで、可変リアクタンス素子12-1,12-2として、例えば可変 容量ダイオードを用いることができる。

# [0025]



従って、図1のアレーアンテナ装置100において、各非励振素子A1, A2に接続された可変リアクタンス素子12-1, 12-2の各リアクタンス値を変化させることにより、アレーアンテナ装置100の平面指向特性を変化させることができる。

### [0026]

図1のアレーアンテナの制御装置において、アレーアンテナ装置100は無線 信号を受信し、上記受信された無線信号は同軸ケーブル1を介して低雑音増幅器 (LNA) 2に入力されて増幅され、次いで、ダウンコンバータ (D/C) 3は 増幅された無線信号を所定の中間周波数の信号(IF信号)に低域変換する。さ らに、A/D変換器4は、アナログ信号であるIF信号をディジタル信号に変換 して受信信号yとして出力する。受信信号yは、アンテナコントローラ10に入 力されるとともに、復調器(図示せず。)に入力されて復調された信号に変換さ れる。アンテナコントローラ10は、アレーアンテナ装置100で受信された無 線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアン テナ装置100の入力インピーダンス Z i n が実質的に変化しないように、2つ の可変リアクタンス素子12-1,12-2に対して第1のリアクタンス値セッ ト(Xa, Xb)を設定する第1の場合と、2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に対して第2のリアクタンス値セット(Xb, Xa)を設定する第 2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信される各無線信 号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して2 つの可変リアクタンス素子12-1,12-2に設定する。

### [0027]

ここで、第1と第2のリアクタンス値セット(Xa, Xb),(Xb, Xa)は、図4に示すように設定される。すなわち、アレーアンテナ装置100の入力インピーダンスZi nが実質的に変化しない2つの状態P1, P2 (このときの入力インピーダンスZi n = Zi n o pt) を予め測定し、これら2つの状態P1, P2にそれぞれ対応する第1と第2のリアクタンス値セット(Xa, Xb)。(Xb, Xa)を予め測定してアンテナコントローラ10内のリアクタンス値セットメモリ(図示せず。)に格納しておく。そして、アンテナコントローラ1



0は、2つの状態P1, P2のうち、各状態P1, P2の場合においてそれぞれ 受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値 セットを選択して2つの可変リアクタンス素子12-1, 12-2に設定する。

### [0028]

本実施形態のアレーアンテナの制御装置によれば、そのハードウエア構成が簡易であって、かつ、マルチパスフェージングが存在するときのアンテナ利得を単純な1ビットバイナリ制御(すなわち、第1及び第2のリアクタンス値セット(Xa, Xb), (Xb, Xa) のいずれかを選択する制御)で大きく改善する効果が得られるので、ラップトップ端末装置やPCカードなどの民生コンシューマ端末装置に搭載できるダイバシティアンテナとして用いることができる。この制御方法(1ビット制御)は、可変容量ダイオードを連続的に制御する方式において必要な制御電圧発生用DAコンバータが不要となるので、アンテナ装置のさらなる小型化と低コスト化が図れる。また、上記の1ビットバイナリ制御により、アレーアンテナ装置100の入力インピーダンス2inを実質的にほとんど変化させないようにできる。

### [0029]

なお、以上の実施形態においては、第1と第2のリアクタンス値セット(Xa, Xb), (Xb, Xa) を用いているが、本発明はこれに限らず、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつアレーアンテナ装置 100の入力インピーダンスが実質的に変化しないように設定することができる、2組のリアクタンス値セット(Xa, Xb), (Xc, Xd) (C) (C) を用いてもよい。

# [0030]

### <第2の実施形態>

図5は、本発明に係る第2の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示す 斜視図である。この第2の実施形態では、図1の励振素子A0及び非励振素子A 1,A2が、誘電体基板20の一方の面上にプリントされたストリップ導体とし て形成されたことを特徴としている。励振素子A0及び非励振素子A1,A2が 形成された誘電体基板20は、例えば厚さ約1mmのガラスエポキシ樹脂、テフ



ロン (登録商標) 又はアルミナセラミックなどから構成されたプリント配線基板であって、励振素子A 0 及び非励振素子A 1, A 2 は公知のプリント配線基板のプロセス技術により形成されている。また、誘電体基板 2 0 は接地導体 1 1 上に垂直に設けられる。

### [0031]

ここで、励振素子A0は、所定の長さh1を有したストリップ導体のアンテナ素子として誘電体基板20上に形成され、各非励振素子A1,A2は、長さh1を有し、かつ励振素子A0に対して距離 d1を有して平行なストリップ導体のアンテナ素子として誘電体基板20上に形成されている。ここで、長さh1は、送受信される無線信号の波長の約1/4の長さに設定される。

#### [0032]

図6は、図5の誘電体基板20の下部の詳細構成を示す斜視図である。誘電体基板20において、励振素子A0と非励振素子A1が形成された面とは反対側の面に、互いに離間して4つの電極21万至24が形成されている。励振素子A0の下端(接地導体11に近い方の端部)は、誘電体基板20を貫通したスルーホール導体25を介して電極21と電気的に接続される。電極22は接地導体11と電気的に接続される。さらに、電極21は、LNA2に接続された同軸ケーブル1の中心導体1aに接続され、電極22は同軸ケーブル1の外部導体1bに接続される。非励振素子A1の下端は、誘電体基板20を貫通したスルーホール導体26を介して電極24に接続され、この電極24は、可変容量ダイオードD1のカソードに接続される。可変容量ダイオードD1は、可変リアクタンス素子12の一例である。可変容量ダイオードD1のアノードは電極23に接続され、電極23はまた接地導体11と電気的に接続される。さらに、電極23及び24はそれぞれ、例えば数kΩないし数+kΩの高周波電流阻止用抵抗41,42及びペアケーブル5-1を介して当該アレーアンテナ装置の指向特性を制御するアンテナコントローラ10の印加バイアス電圧端子(図示せず。)に接続されている

#### [0033]

以上のように構成されたアレーアンテナ装置においては、アンテナコントロー



ラ10からのリアクタンス値信号に含まれる印加バイアス電圧が、ペアケーブル 5-1を介して可変容量ダイオードD1の両端に印加され、このとき、印加バイアス電圧を変化することにより可変容量ダイオードD1の接合容量値、すなわちリアクタンス値を変化させることができる。アンテナコントローラ10は可変電圧直流電源の機能を有し、非励振素子A1に接続された可変容量ダイオードD1に印加する逆バイアス電圧を変化させることにより、可変容量ダイオードD1の接合容量を変化させ、これにより、非励振素子A1の電気長を、励振素子A0に比較して変化させ、また、同様に非励振素子A2の電気長を励振素子A0に比較して変化させることにより、当該アレーアンテナ装置の平面指向特性を変化させることができる。

### [0034]

以上のように構成された第2の実施形態に係るアレーアンテナ装置によれば、制御が簡単であってその制御により入力インピーダンスが実質的に変化しないことに加えて、励振素子A0と非励振素子A1,A2が形成された誘電体基板20を接地導体11上に設けたので、従来のダイバシティアンテナに比較して構造が簡単であって、励振素子A0や非励振素子A1,A2を容易にかつ高精度で形成することができるアレーアンテナ装置を提供することができる。また、誘電体基板20上にストリップ導体にてなる励振素子A0と非励振素子A1,A2を形成しているので、プリント配線基板の形成技術で容易にアンテナ素子を形成することができ、製造工程がきわめて簡単になるという特有の利点を有する。

# [0035]

#### <第1の実装例>

図7は、本発明に係る第1の実装例である、携帯型パーソナルコンピュータ200に搭載されたアレーアンテナ装置を示す図である。この実装例では、携帯型パーソナルコンピュータ200は、上部筐体201と下部筐体202とからなる折りたたみ型の筐体を有し、実施形態のアレーアンテナ装置210は、上部筐体201上に固定されるか、又は上部筐体201上に向きが可動であるように装着されることが可能である。アレーアンテナ装置210は、図5と同様に、誘電体基板上にプリントされて形成された1/4波長モノポール型のアレーアンテナ装



置として図示されている。アレーアンテナ装置210において接地導体は図示されていないが、接地導体は上部筐体201に装着されていてもよく、又は上部筐体201が金属製の場合は上部筐体201が接地導体として利用されてもよい。なお、図7に示された実装例の制御装置として、上述のアンテナコントローラ10を用いることができる。

#### [0036]

#### <第2の実装例>

図8は、本発明に係る第2の実装例である、PCカード211に搭載されたアレーアンテナ装置を示す図である。この実装例では、接地導体として動作するPCカード211の本体上に設けられた、図1と同様の、1/4波長モノポール型のアレーアンテナ装置を図示している。PCカード211は、図7と同様の携帯型パーソナルコンピュータ200の下部筐体202に設けられたPCカードスロット203に挿入されて、PC200のアンテナとして動作することが可能である。なお、図8に示された実装例の制御装置として、上述のアンテナコントローラ10を用いることができる。

#### [0037]

#### <第3及び第4の実施形態>

図9は、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の解析モデルとして用いる、第3の実施形態に係るアレーアンテナ装置の平面図である。

#### [0038]

図9において、高さ  $\lambda$  g/2(ここで、 $\lambda$  g は受信する所望波の管内波長である。)の矩形接地導体 1 1 a が裏面に形成されてなる誘電体基板 2 0 のおもて面上に、3本のマイクロストリップ導体を互いに間隔 d で離間して互いに平行に形成してマイクロストリップ線路を形成し、その先端を  $\lambda$  / 4(ここで、 $\lambda$  は受信する所望波の自由空間波長である。)だけ接地導体 1 1 a が形成されていない面上まで延在させることにより非励振素子A 2、励振素子A 0 及び非励振素子A 1を形成した。ここで、マイクロストリップ線路の接地部分である接地導体 1 1 a が、モノポールアンテナにおいての地板として機能する。なお、マイクロストリップ線路の給電部に完全導体の接地導体 1 1 a を置いたのは、解析に用いたシミ



ュレータの仕様によるものである。

### [0039]

誘電体基板 20の材料常数には、BTレジン/熱硬化PPO等の高周波用プリント基板を想定し、比誘電率  $\epsilon_r=3$ . 4、誘電体損失 t an  $\delta=0$ . 003 と設定した。また、誘電体基盤 20 の厚さを 0. 6 mmとしている。さらに、アンテナ素子A0,A1,A2の導体部及び接地導体 11 aの材料にはAuを想定し、その導電率には実測値に近い、 $\sigma=3$ .  $3\times108$  [S/m] を設定した。マイクロストリップ線路の幅は、マイクロストリップ導体の特性インピーダンスが 50 [ $\Omega$ ] となる、1. 42 [mm] に設定した。その他のパラメータは図 9 に示した通りである。なお、図中の $\lambda$  g は基板誘電率から求められる実効波長を示す。

### [0040]

次いで、図9の解析モデルを用いたときの電磁界解析結果(アドミタンス行列 表示)について以下に説明する。

### [0041]

電子制御導波器アレーアンテナ装置においてリアクタンス値を変更した場合のアレー指向性は、後述する等価ウェイトベクトル法で導きだすことができる。等価ウェイトベクトルは、アンテナを回路的に取り扱い、そのアドミタンス行列より導出される。電磁界シミュレータから導出されたアドミタンス行列から、素子間隔に対するアドミタンス値の変化を示す表現式を導出することで、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の基本構造式を得ることができる。

# [0042]

そこで、素子間隔をパラメータとして、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のアドミタンス行列の表現式を導出する。素子間隔は波長で規格化した値で表している。計算は素子間隔 d=0. 1  $\lambda \sim 0$ . 3 5  $\lambda$  の範囲で行った。3 素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置を3端子回路網として見て、そのアドミタンス行列を求める。3端子回路網のY行列は、次式で表される。

# [0043]



### 【数1】

$$Y = \begin{bmatrix} y_{00} & y_{01} & y_{02} \\ y_{10} & y_{11} & y_{12} \\ y_{20} & y_{21} & y_{22} \end{bmatrix}$$

[0044]

ここで、相反定理並びに、アンテナ構造の対称性により、上記数1中のYパラメータには、次式の等号関係が成り立っている。

【数2】

 $y_{11} = y_{22}$ 

【数3】

 $y_{01} = y_{02} = y_{10} = y_{20}$ 

【数4】

 $y_{12} = y_{21}$ 

[0046]

これらのパラメータは、その物理的意味からそれぞれ、以下のように呼び表す こととする。

- (1) y00:励振素子の自己アドミタンス。
- (2) y<sub>11</sub>: 非励振素子の自己アドミタンス。
- (3) y01:励振素子と非励振素子との間の結合アドミタンス。
- (4) y12:2つの非励振素子の間の結合アドミタンス。

[0047]

図10乃至図17に、 $y00^-y12$ の各アドミタンス値を、上述の解析モデルの条件下で電磁界シミュレーションを行い、多項式フィッティング(近似)した結果を示す。またそれぞれの表現式を次式に示す。表現式は、素子間隔 d=0.  $1\lambda\sim0$ .  $35\lambda$ の範囲内で有効である。

[0048]



### 【数5】

Re
$$\{v_{00}\}$$
 = 0.0045 - 0.0425  $\left(\frac{d}{\lambda}\right)$  + 0.1533  $\left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$ 

### 【数6】

$$Im\{v_{00}\} = -0.0519 + 0.253 \left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.3802 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$$

### 【数7】

$$\operatorname{Re}\{y_{11}\} = -0.0131 + 0.3984 \left(\frac{d}{\lambda}\right) - 2.885 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 + 8.9546 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 - 9.8593 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

### 【数8】

$$Im\{y_{11}\} = -0.0269 + 0.091 \left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.1255 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$$

### 【数9】

$$\operatorname{Re}\{y_{01}\} = -0.0029 + 0.0469 \left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.2507 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 + 0.6058 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 - 0.4074 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

# 【数10】

$$\operatorname{Im}\{y_{01}\} = 0.0298 - 0.2618 \left(\frac{d}{\lambda}\right) + 0.9086 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^{2} - 1.0566 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^{3}$$

# 【数11】

$$\operatorname{Re}\{y_{12}\} = 0.0047 - 0.1017 \left(\frac{d}{\lambda}\right) + 0.8628 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 - 2.9996 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 + 3.5825 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

# 【数12】

$$Im\{y_{12}\} = -0.0024 + 0.0341 \left(\frac{d}{\lambda}\right) - 0.1504 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 + 0.0965 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^3 + 0.3008 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^4$$

# [0049]

次いで、上記で求めたアドミタンス行列 Y から、 3 素子の電子制御導波器  $\mathbb{P}$  レーアンテナ装置の入力インピーダンス 2  $\mathbb{P}$   $\mathbb{P}$ 



以上のように構成された3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスZin=2zinは次式で表される。

### 【数13】

$$2z_{in} = z_{00} + 2z_{01}^2 \frac{z_{11} - z_{12} + j(x_1 + x_2)}{z_{12}^2 - (z_{11} + j2x_1)(z_{11} + j2x_2)}$$

[0052]

上記数13中のインピーダンス $z00\sim z12$ は、循環性とアンテナ構造の対称性により、次式を用いて計算される。

# 【数14】

$$z_{00} = \frac{y_{11}^2 - y_{12}^2}{\det Y}$$

# 【数15】

$$z_{01} = \frac{y_{01}(y_{12} - y_{11})}{\det Y}$$

# 【数16】

$$z_{11} = \frac{y_{00}y_{11} - y_{01}^2}{\det Y}$$



# 【数17】

$$z_{12} = \frac{y_{01}^2 - y_{00}y_{12}}{\det Y}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

ここで、 $\det Y$ は、Yドミタンス行列Yの行列式の値である。そして、入力インピーダンスZi nの変化の度合いを確認するため、2本の非励振素YA1, A2のうちの1本(図18の非励振素YA1)のリアクタンス値X1=2x2を0、50、100  $[\Omega]$  にそれぞれ固定して、非励振素YA2のリアクタンス値 の半値x2の値をY100 Y20 Y30 Y30 Y40 Y50 Y50 Y60 Y61 Y70 Y70

### [0055]

本発明者らのシミュレーションによれば、2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の場合、入力インピーダンスの変化は素子間隔に依存して40~100 [Ω] 程度変化していたのに対して、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置では、図19及び図20に示すように、10 [Ω] 以下に押さえられている。3素子の構成は、基本的にリアクタンス値の変化に対して、入力インピーダンスの変化幅が小さい。また、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置では、リアクタンス値x1とx2には、同じ値の組み合わせを交互に切り替えて割り当てるため、指向性パターンを切り替えた後の入力インピーダンスの値は一致する。3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置は2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置に対して、整合設計が行いやすいことが確認できた。

# [0056]

次いで、等価ウェイトベクトル法(アレーファクタ)について以下に説明する。一般に、アレーアンテナの指向性は素子単体の指向性とアレー応答ベクトル(アレーファクタ)の積で表される。3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のアレーファクタを求めるために、ここでは等価ウェイトベクトル法を用いる(例えば、非特許文献2及び4参照。)。

# [0057]



これは、アレーファクタをステアリングベクトルとウェイトベクトルの内積で表し、そのウェイトベクトルはこのアンテナを送信モードで励振した際の電流ベクトルと等価であるとする方法である。アレーファクタD( $\phi$ )を以下のように定義する。ここで、w(w0、w1、w2)は各アンテナ素子A0,A1,A2の等価ウェイトであり、zs  $[\Omega]$  とvs [V] は送信給電系の出力インピーダンスと内部電圧であり、x1、x2  $[\Omega]$  はそれぞれ非励振素子A1,A2にそれぞれ接続された可変リアクタンス素子12-1,12-2のリアクタンス値である。なお、定式化は、図18の等価ダイポールモデルで行うため、全て2倍の係数がつく。

[0058]

### 【数18】

$$D (\phi) = a (\phi) \cdot w$$

$$[0059]$$

ここで、上記数18中のa( $\phi$ )、wは、それぞれ次式で表される。

[0060]

#### 【数19】

$$\alpha(\phi) = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp\left(-j\frac{2\pi d}{\lambda}\cos(\phi)\right) \\ \exp\left(j\frac{2\pi d}{\lambda}\cos(\phi)\right) \end{bmatrix}$$

【数20】

$$w = 2 z_s (Y^{-1} + X) - 1_{u_0}$$
[0 0 6 1]

ここで、上記数20中のX、u0は、それぞれ以下の通りである。

[0062]

#### 【数21】

 $X = d i a g (2 z_S, j 2 x_1, j 2 x_2)$ 

【数22】



 $u_0 = [1 \quad 0 \quad 0] T$ 

上記数18で計算できるアレーファクタD( $\phi$ )には、給電系とアンテナのインピーダンス不整合による損失も考慮されている。装荷する可変リアクタンス素子12-1,12-2のリアクタンス値2×1,2×2をパラメータとし、アレーファクタD( $\phi$ )を方位角 $\phi$ の関数としてプロットすると、振幅及び位相指向性を得る。方位角は励振素子A0から非励振素子A1を見た方向を0度とした。

[0064]

図21に、素子間隔 d=0. 15  $\lambda$  の時の振幅指向性を示し、図22にそのときの位相指向性を示す。指向性には対称性があるため、 $0\sim180$  [度] の範囲内で図示した。

[0065]

さらに、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のリアクタンスダイバシ ティ効果の確認結果について以下に説明する。

[0066]

上述したように、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置においても、リアクタンス制御を行うことによってその振幅位相の方位角依存性を変化させることができる。これを適応的に用いることで、フェージングによるレベル低下が生じる条件、すなわち同振幅逆位相状態を回避できる。このことを定量的に確認するため、以下のシミュレーションを行った。

[0067]

当該シミュレーションは、2素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の場合と同様、等振幅2波モデルを用いて行った。図23にそのモデル図を示す。干渉性のある2波s1, s2が等振幅かつランダム位相差で到来する環境に3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置を置いた場合に受信される信号をyとする。yはアレーファクタD( $\phi$ )を用いて、次式で表される。なお、2波の到来方位角 $\phi$ 1と $\phi$ 2は360 [度]の範囲内で無相関かつランダムであるとする。

[0068]

【数23】

У

$$= D (\Phi_1) s_1 + D (\Phi_2) s_2$$

=D 
$$(\Phi_1)$$
 a  $0 \exp(-j\Phi_1)$  +D  $(\Phi_2)$  a  $0 \exp(-j\Phi_2)$  [0 0 6 9]

ここで、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置のリアクタンス値 $\mathbf{x}_1$ ,  $\mathbf{x}_2$  を  $\mathbf{2}$  状態に制御して、受信電力( $\mathbf{y}$  ·  $\mathbf{y}$  \*)が高くなる方を選択するというアルゴリズムでフェージングを回避するものとする。  $\mathbf{x}_1$  、  $\mathbf{x}_2$  は、同じ値の組み合わせを交互に切り替えて用いるものとする。

図24に、給電系インピーダンス $z_8$ =50 [ $\Omega$ ] (ダイポールモデル換算で 100 [ $\Omega$ ])、素子間隔d=0.  $15\lambda$ とした場合の、フェージング劣化の累積確率分布(CDF曲線)を示す。リアクタンス値は0 [ $\Omega$ ] と50 [ $\Omega$ ] の2状態に交互に切り替えて制御する。図24のグラフの縦軸は、到来波1波あたりの信号電力a0a0\*を基準とした、ダイバシティ受信信号電力が横軸のdB表示値を超える事象の累積確率(CDF値)である。比較のため、等振幅の2つの到来波が存在するモデルにおける無指向性の単一アンテナ装置のフェージングCDFの理論値(次式参照。)を図24に点線で示す。

【数24】

$$\frac{P}{a_0 a_0^*} = 2 + 2\cos\left\{prob\left(yy^* \ge P\right)\pi\right\}$$

[0072]

ここで、p r o b ( $y y * \ge P$ ) は受信信号電力 y y \* が P以上となる確率である。特に、深いフェージングが発生している領域、すなわち

#### 【数25】

prob (yy\* $\geq$ P)  $\ll 1/\pi$ 

の領域では、次式が漸近線となる。

[0073]



【数26】

 $P = p^2 \pi^2 a_0 a_0 *$ 

[0074]

図24から明らかなように、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置は、 単一アンテナに比べて、CDF90%値で5dBのダイバシティ利得301が得 られ、CDF99%値で約10dBのダイバシティ利得302が得られることが わかる。また、20dBのフェージング劣化が発生する確率も約0.5%に低減 し、30dBでは約0.07%と、単一アンテナに対して大きく低減している。

### [0075]

図24において、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が例えば90%又は99%などの所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となりかつ入力インピーダンスZinが実質的に変化しないような第1及び第2のリアクタンス値セットを選択して設定することがより好ましい。さらに、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が例えば90%又は99%などの所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように第1及び第2のリアクタンス値セットを選択して設定することが最も好ましい。

# [0076]

次に、素子間隔とダイバシティ利得の関係を図25に示す。CDF90%値ならびにCDF99%値ともに、素子間隔 $0.1\lambda\sim0.35\lambda$ の範囲内では素子間隔と得られるダイバシティ利得との間に大きな依存性がない。このことは、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置の実装設計において、公差を厳しく設定する必要がないことを意味する。

# [0077]

以上説明したように、本実施形態に係る3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置により、リアクタンス値切り替えによるアンテナ入力インピーダンスの変化を押さえられることが確認できた。リアクタンスを2状態に制御するアルゴリズムで、等振幅2波モデルにおけるダイバシティ利得を算出した。単一アンテナに対して、累積確率分布90%値で約5dB、99%値で約10dBのダイバシ



ティ利得が得られることがわかった。素子間隔 0. 1 λ ~ 0. 3 5 λ の範囲内において得られるダイバシティ利得に大きな差はないため、実装の公差を厳しくする必要がなく、コスト面の点でも有利であることがわかった。

#### [0078]

すなわち、アンテナ素子間隔には強く依存しないので、アンテナ装置を実装するときに機械的公差を厳密に正確にする必要がなく、折りたたみ展開式構造や柔軟弾性素材によるアンテナ装置の実装にも有効である。このアレーアンテナの制御装置はハードウエア構成が簡易で、かつ、単純な1ビットバイナリ制御で大きなフェージング改善効果が得られるので、ラップトップ端末装置やPCカードなどの民生コンシューマ端末装置に搭載できるダイバシティアンテナとして用いることができる。

#### [0079]

さらに、電子制御導波器アレーアンテナ装置の可変リアクタンス素子は、例えば、安価な可変容量ダイオードで構成されるので、1つの励振素子と2つの非励振素子とを備えた電子制御導波器アレーアンテナ装置は、単極双投RFスイッチによる従来の2素子選択式ダイバシティアンテナに比べて低コストとなる。また、可変容量ダイオードは常に逆バイアスで動作するので、PINダイオードスイッチのようなオン時の直流電流消費が無い。FETスイッチに比べても、可変容量ダイオードは低コストかつ低損失である。さらに、電子制御導波器アレーアンテナ装置はアンテナ素子間隔を比較的狭くしても動作することからアンテナ装置全体を小型化できる。

#### [0080]

以上の実施形態においては、3素子の電子制御導波器アレーアンテナ装置について説明しているが、本発明はこれに限らず、1本の励振素子と、偶数本の非励振素子を備える電子制御導波器アレーアンテナ装置であってもよい。すなわち、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置は、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて設けられた偶数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された偶数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させ



ることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、当該電子 制御導波器アレーアンテナ装置であるアレーアンテナの指向特性を変化させるも のである。ここで、上記偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非 励振素子と、少なくとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、上記偶数個の 可変リアクタンス素子は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第 1の組の可変リアクタンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続 された第2の組の可変リアクタンス素子とからなる。そして、アンテナコントロ ーラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信 号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器 アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第 1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを 設定する第1の場合と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して 第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の 場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となる ときのリアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタン ス素子に設定するように構成してもよい。

### [0081]

### <第1の変形例>

図26は、本発明に係る第1の変形例の電子制御導波器アレーアンテナ装置を示す平面図である。図26において、各非励振素子A1,A2,A3,A4は励振素子A0を中心として半径dの円周15上にあり、非励振素子A2と、励振素子A0と、非励振素子A1とを一直線上に並置してなり、しかも非励振素子A3と、励振素子A0と、非励振素子A4とを一直線上に並置し、アンテナ素子A3,A0,A1により成される角度 θ及びアンテナ素子A2,A0,A4により成される角度 θを直角に設定している。なお、各アンテナ素子A0-A4は接地導体11上であって、電気的に絶縁されるように立設されている。ここで、例えば、非励振素子A1,A3を第1の組の非励振素子とし、非励振素子A2,A4を第2の組の非励振素子としたとき、非励振素子A1,A3にそれぞれ接続される可変リアクタンス素子と



し、非励振素子A2, A4にそれぞれ接続される可変リアクタンス素子12-2 ,12-4を第2の組の可変リアクタンス素子とする。ここで、アンテナコント ローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線 信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波 器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記 第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第1のリアクタンス値セット (Xa, Xb) を設定する第1の場合(第1の組の可変リアクタンス素子に属す る各可変リアクタンス素子に対してリアクタンス値Xaを設定し、第2の組の可 変リアクタンス素子に属する各可変リアクタンス素子に対してリアクタンス値X bを設定する。)と、上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第 2のリアクタンス値セット (Xb, Xa) を設定する第2の場合 (第1の組の可 変リアクタンス素子に属する各可変リアクタンス素子に対してリアクタンス値X bを設定し、第2の組の可変リアクタンス素子に属する各可変リアクタンス素子 に対してリアクタンス値Xaを設定する。)とのうち、上記第1と第2の場合に おいてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときの リアクタンス値セットを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子 に設定する。なお、上記第2のリアクタンス値セットは、 (Xc, Xd) であっ てもよい。さらに、上記の変形例において、  $\theta=90$  度としているが、本発明は これに限らず、 $0 < \theta < 180$  [度] であってもよい。

# [0082]

# <第2の変形例>

図27は本発明に係る第2の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。図27において、3本の非励振素子A1, A2, A3は励振素子A0を中心として半径dの円周15上にあり、互いに120°の角度だけ離間して設けられ、3本の非励振素子A1, A2, A3の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結んだとき正三角形を形成する。なお、3本の非励振素子A1, A2, A3にはそれぞれ可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3が装荷されて、その他の構成は上述の実施形態と同様である。

[0083]



以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の 実施形態及び第1の変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られか つ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化 しないような、可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-3に対するリ アクタンス値セット (Xa, Xb, Xc)を設定することが可能である。ここで 、非励振素子A1,A2,A3は励振素子A0を中心として対称な位置に配置さ れているので、可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-3に対するリ アクタンス値セット (Xa, Xb, Xc) の設定を、別のリアクタンス値セット (Xb, Xc, Xa) 又は(Xc, Xa, Xb) のごとく、各リアクタンス値を 循環させて設定しても励振素子A0の給電ポートからアンテナ装置側を見たとき の入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ10は、当 該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、 所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ 装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく各リアク タンス値を循環して得られた上記3組のリアクタンス値セット(Xa, Xb, X c), (Xb, Xc, Xa), (Xc, Xa, Xb) をそれぞれ設定する3つの 場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より 大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子 12-1, 12-2, 12-3に設定する。これにより、各可変リアクタンス素 子12-1,12-2,12-3に対して設定するリアクタンス値セットを変化 させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入 力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

# [0084]

# <第3の変形例>

図28は本発明に係る第3の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。図28において、4本の非励振素子A1, A2, A3, A4は励振素子A0を中心として半径dの円周15上にあり、互いに90°の角度だけ離間して設けられ、4本の非励振素子A1, A2, A3, A4の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結んだとき正方形(正四角形)を形成する。な



お、4本の非励振素子A1, A2, A3, A4にはそれぞれ可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3, 12-4が装荷されて、その他の構成は上述の実施形態や変形例と同様である。

## [0085]

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の 実施形態及び変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該 電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しない ような、可変リアクタンス素子12-1、12-2、12-3、12-4に対す るリアクタンス値セット (Xa, Xb, Xc, Xd) を設定することが可能であ る。ここで、非励振素子A1, A2, A3, A4は励振素子A0を中心として対 称な位置に配置されているので、可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 1 2-3, 12-4に対するリアクタンス値セット (Xa, Xb, Xc, Xd) の 設定を、別のリアクタンス値セット(Xb, Xc, Xd, Xa)、(Xc, Xd , Xa, Xb) 又は(Xd, Xa, Xb, Xc)のごとく、各リアクタンス値を 循環させて設定しても励振素子A0の給電ポートからアンテナ装置側を見たとき の入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ10は、当 該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、 所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ 装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく各リアク タンス値を循環して得られた上記4組のリアクタンス値セット(Xa, Xb, X c, Xd)、(Xb, Xc, Xd, Xa)、(Xc, Xd, Xa, Xb)又は( X d, X a, X b, X c) をそれぞれ設定する 4 つの場合のうち、各場合におい てそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリア クタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子12-1,12-2,12 -3,12-4に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1,1 2-2, 12-3, 12-4に対して設定するリアクタンス値セットを変化させ た場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力イ ンピーダンスを実質的に変化させることがない。

# [0086]





#### <第2及び第3の変形例に係る発明>

第2の変形例では、正三角形の各頂点の位置に励振素子A0を中心として3本 の非励振素子A1,A2,A3を対称的に配置し、第3の変形例では、正方形の 各頂点の位置に励振素子A0を中心として4本の非励振素子A1, A2, A3、 A 4 を対称的に配置している。以上の 2 つの変形例を拡張して、正多角形の各頂 点の位置に励振素子A0を中心として複数N本の非励振素子A1乃至ANを対称 的に配置してもよい。このとき、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導 波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上の ダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力イ ンピーダンスが実質的に変化しないように、各リアクタンス値を循環して得られ たN組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定するNつの場合のうち、各場合に おいてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときの リアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子12-1乃至12-N に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1乃至12-Nに対し て設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダ イバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させる ことがない。

## [0087]

なお、この発明においても、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。また、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。

#### [0088]

#### <第4の変形例>

図29は本発明に係る第4の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。図29において、3本の非励振素子A1, A2, A3は励振素



## [0089]

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の 実施形態及び変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該 電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しない ような、可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-3に対するリアクタ ンス値セット(Ха, ХЬ, Хс)を設定することが可能である。ここで、非励 振素子A2,A3は対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられている ので、可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-3に対するリアクタン ス値セット(Xa, Xb, Xc)の設定を、別のリアクタンス値セット(Xa, X c, X b) のごとく、可変リアクタンス素子12-2, 12-3の各リアクタ ンス値を入れ替えても励振素子A0の給電ポートからアンテナ装置側を見たとき の入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコントローラ10は、当 該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、 所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ 装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上述のごとく入れ替え て得られた上記2組のリアクタンス値セット (Xa, Xb, Xc), (Xa, X c, Xb)をそれぞれ設定する2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信 される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セッ



トを選択して各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1, 12-2, 12-3に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

## [0090]

#### <第5の変形例>

図30は本発明に係る第5の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。この第5の変形例に係る電子制御導波器アレーアンテナ装置は、図29の第4の変形例に比較して、図29の交差点SA1の位置に、可変リアクタンス素子12-4が装荷された非励振素子A4をさらに設けたことを特徴としている。

#### [0091]

以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の 第4の変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制 御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないような 、可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-3,12-4に対するリア クタンス値セット (Xa, Xb, Xc, Xd) を設定することが可能である。こ こで、非励振素子A2, A3は対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設け られているので、可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-3,12-4に対するリアクタンス値セット(Xa, Xb, Xc, Xd)の設定を、別のリ アクタンス値セット (Xa, Xc, Xb, Xd) のごとく、可変リアクタンス素 子12-2, 12-3の各リアクタンス値を入れ替えても励振素子A0の給電ポ ートからアンテナ装置側を見たときの入力インピーダンスは変化しない。従って 、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によっ て受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ 当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化し ないように、上述のごとく入れ替えて得られた上記2組のリアクタンス値セット (Xa, Xb, Xc, Xd), (Xa, Xc, Xb, Xd) をそれぞれ設定する



2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-4に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1,12-2,12-3,12-4に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

#### [0092]

#### <第6の変形例>

図31は本発明に係る第6の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置 の平面図である。図31において、5本の非励振素子A1, A2, A3, A4, A5は励振素子A0を中心として半径dの円周15上にあり、非励振素子A1と 非励振素子A2との間及び非励振素子A1と非励振素子A5との間でそれぞれ角 度 $180-\theta_1$  (0< $\theta_2$ < $\theta_1$ <180) 度だけ離間して設けられ、ここで、 対称線LA1と、励振素子A0の位置と非励振素子A2の位置とを結ぶ線との間 の角度を所定の角度  $\theta$  1 で設定され、対称線 LA1と、励振素子A0の位置と非 励振素子A5の位置とを結ぶ線との間の角度を所定の角度 $\theta1$ で設定される。ま た、対称線LA1と、励振素子A0の位置と非励振素子A3の位置とを結ぶ線と の間の角度を所定の角度  $\theta$  2 で設定され、対称線 LA1と、励振素子A0の位置 と非励振素子A4の位置とを結ぶ線との間の角度を所定の角度 $\theta$ 2で設定される 。このとき、3本の非励振素子A1, A2, A5の位置の点を仮想的に上記中心 を通過しない直線で結んだとき二等辺三角形を形成し、非励振素子A2とA5は 、対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられている。また、3本の非 励振素子A1, A3, A4の位置の点を仮想的に上記中心を通過しない直線で結 んだとき二等辺三角形を形成し、非励振素子A3とA4は、対称線LA1を対称 軸として線対称の位置に設けられている。なお、5本の非励振素子A1乃至A5 にはそれぞれ可変リアクタンス素子12-1乃至12-5が装荷されて、その他 の構成は上述の実施形態と同様である。

## [0093]



以上のように構成された電子制御導波器アレーアンテナ装置において、上述の 実施形態及び変形例と同様に、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該 電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しない ような、可変リアクタンス素子12-1乃至12-5に対するリアクタンス値セ ット(Xa, Xb, Xc, Xd, Xe)を設定することが可能である。ここで、 非励振素子A2, A5は対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられ、 非励振素子A3, A4は対称線LA1を対称軸として線対称の位置に設けられて いるので、可変リアクタンス素子12-1乃至12-5に対するリアクタンス値 セット (Xa, Xb, Xc, Xd, Xe) の設定を、別のリアクタンス値セット (Xa, Xe, Xc, Xd, Xb) のごとく、可変リアクタンス素子12-2, 12-5の各リアクタンス値を入れ替えてもよいし、また、別のリアクタンス値 セット (Xa, Xb, Xd, Xc, Xe) のごとく、可変リアクタンス素子12 -3,12-4の各リアクタンス値を入れ替えてもよいし、さらには、さらに別 のリアクタンス値セット(Ха, Хе, Хс, Хd, Хb)のごとく、可変リア クタンス素子12-2,12-5の各リアクタンス値を入れ替えかつ可変リアク タンス素子12-3,12-4の各リアクタンス値を入れ替えてもよい。すなわ ち、対称線を対称軸として線対称の位置に設けられた各1対の非励振素子に装荷 された可変リアクタンス素子のリアクタンス値セットのうちの少なくとも 1 対の 非励振素子に装荷された可変リアクタンス素子のリアクタンス値セットを互い入 れ替えてもよい。このように設定しても、励振素子AOの給電ポートからアンテ ナ装置側を見たときの入力インピーダンスは変化しない。従って、アンテナコン トローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無 線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導 波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上 述のごとく入れ替えて得られた上記4組のリアクタンス値セット(Xa, Xb, Xc, Xd, Xe), (Xa, Xe, Xc, Xd, Xb), (Xa, Xb, Xd , X c , X e ) , (X a , X e , X c , X d , X b )をそれぞれ設定する4つの 場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より 大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子



12-1乃至12-5に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子12-1乃至12-5に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

#### [0094]

#### <第7の変形例>

図32は本発明に係る第7の変形例である電子制御導波器アレーアンテナ装置の平面図である。この第7の変形例に係る電子制御導波器アレーアンテナ装置は、図31の第6の変形例に比較して、図31の交差点SA1の位置に、可変リアクタンス素子12-6が装荷された非励振素子A6をさらに設けたことを特徴としている。この場合においても、第4の変形例と第5の変形例との関係と同様に、非励振素子A1,A6に装荷される可変リアクタンス素子12-1,12-6のリアクタンス値を固定するが、他の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を第6の変形例のごとく設定することにより、各可変リアクタンス素子12-1乃至12-5に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

#### [0095]

#### <第4乃至第7の変形例に係る発明>

第4及び第5の変形例では、二等辺三角形の底辺側の2つの頂点の位置に対称線LA1を対称軸として非励振素子A2,A3が線対称で配置されている。また、第6及び第7の変形例では、二等辺三角形の底辺側の2つの頂点の位置に対称線LA1を対称軸として非励振素子A2,A5が線対称で配置され、さらに、対称線LA1を対称軸として非励振素子A3,A4が線対称で配置されている。さらに、第5及び第7の変形例では、対称線LA1の交差点SA1の位置にそれぞれ、非励振素子A4又はA6がさらに設けられている。以上の4つの変形例及びそれらから変形された例では、1対又は2対の非励振素子が対称線LA1を対称軸として線対称で設けられているが、これを拡張して、3対以上の複数対の非励振素子を対称線LA1を対称軸として線対称で設けてもよい。このとき、アンテ



ナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ当該電子制御導波器アレーアンテナ装置の入力インピーダンスが実質的に変化しないように、線対称に設けられた少なくとも1対の非励振素子に装荷される可変リアクタンス素子の各リアクタンス値を入れ替えて得られた少なくとも2組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

## [0096]

なお、この発明においても、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が実質的に最大となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。また、上述の実施形態と同様に、好ましくは、受信される無線信号の信号電力が所定の信号電力を超える事象の累積確率であるCDF値が所定値であるときに、ダイバシティ利得が所定値以上となるように複数のリアクタンス値セットを設定してもよい。

# [0097]

以上の第4乃至第7の変形例において、非励振素子A1を設けなくても良く、ここで、他の非励振素子に装荷された可変リアクタンス素子のリアクタンス値の制御は上述の通り実行される。以上に説明した第4乃至第7の変形例及びそれらの変形例においては、励振素子A0の位置を通過する対称線LA1を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線LA1上に位置し又は対称線LA1を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子を備えて電子制御導波器アレーアンテナ装置が構成され、アンテナコントローラ10は、当該電子制御導波器アレーアンテナ装置によって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの



入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する。これにより、各可変リアクタンス素子に対して設定するリアクタンス値セットを変化させた場合であっても、所定値以上のダイバシティを得ることができ、しかも入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

[0098]

## 【発明の効果】

以上詳述したように、本発明に係るアレーアンテナの制御装置又は方法によれ ば、3素子以上の奇数個の素子を有する電子制御導波器アレーアンテナ装置にお いて、偶数本の非励振素子は、少なくとも1本の第1の組の非励振素子と、少な くとも1本の第2の組の非励振素子とからなり、偶数個の可変リアクタンス素子 は、上記第1の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第1の組の可変リアクタ ンス素子と、上記第2の組の各非励振素子にそれぞれ接続された第2の組の可変 リアクタンス素子とからなり、アレーアンテナによって受信される無線信号に基 づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力 インピーダンスが実質的に変化しないように、上記第1及び第2の組の可変リア クタンス素子に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、上 記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に対して第2のリアクタンス値セッ トを設定する第2の場合とのうち、上記第1と第2の場合においてそれぞれ受信 される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セッ トを選択して上記第1及び第2の組の可変リアクタンス素子に設定する。従って 、従来技術に比較して、ハードウエア構成がきわめて簡単であるとともに、きわ めて簡単な制御でより大きなダイバシティ利得を得ることができる。また、上記 アレーアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。特に、 マルチパスフェージングが存在するときのアンテナ利得を単純な1ビット制御で 大きく改善する効果が得られるので、ラップトップ端末装置やPCカードなどの



民生コンシューマ端末装置に搭載可能なダイバシティアンテナを実現できる。また、本発明に係る1ビット制御では、可変リアクタンス素子を連続的に制御する従来技術において必要な制御電圧発生用DAコンバータが不要となるので、アンテナ装置のさらなる小型化と低コスト化が図れる。

## [0099]

また、本発明に係るアレーアンテナの制御装置又は方法によれば、送信された 無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子から所定の間隔だけ離れて かつ互いに実質的に同一の角度間隔で設けられた複数本の非励振素子と、上記各 非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記 各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上 記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテナの指向特性 を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、上記アレーアンテナによって 受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上 記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、各リアク タンス値を循環して得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する 複数の場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の 、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタン ス素子に設定する。従って、従来技術に比較して、ハードウエア構成がきわめて 簡単であるとともに、きわめて簡単な制御でより大きなダイバシティ利得を得る ことができる。また、上記アレーアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化 させることがない。

# [0100]

さらに、本発明に係るアレーアンテナの制御装置又は方法によれば、送信された無線信号を受信するための励振素子と、上記励振素子の位置を通過する対称線を対称軸として線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子を含み、上記対称線上に位置し又は対称線を対称軸として線対称で設けられた複数本の非励振素子と、上記各非励振素子にそれぞれ接続された複数個の可変リアクタンス素子とを備え、上記各可変リアクタンス素子に設定するリアクタンス値を変化させることにより、上記各非励振素子を導波器又は反射器として動作させ、アレーアンテ



ナの指向特性を変化させるアレーアンテナの制御装置であって、上記アレーアンテナによって受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ上記アレーアンテナの入力インピーダンスが実質的に変化しないように、上記線対称で設けられた少なくとも1対の非励振素子のリアクタンス値を入れ替えて得られた複数組のリアクタンス値セットをそれぞれ設定する少なくとも2つの場合のうち、各場合においてそれぞれ受信される各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して各可変リアクタンス素子に設定する、従って、従来技術に比較して、ハードウエア構成がきわめて簡単であるとともに、きわめて簡単な制御でより大きなダイバシティ利得を得ることができる。また、上記アレーアンテナの入力インピーダンスを実質的に変化させることがない。

## 【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の第1の実施形態に係るアレーアンテナの制御装置の構成を示すブロック図である。
- 【図2】 図1のアレーアンテナ装置100の詳細構成を示す斜視図である。
  - 【図3】 図2のA-A、線における縦断面図である。
- 【図4】 実施形態に係るアレーアンテナ装置における可変リアクタンス素 子12-1, 12-2への制御電圧に対するリアクタンス値と入力インピーダンス値を示すグラフである。
- 【図5】 本発明に係る第2の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示す斜視図である。
  - 【図6】 図5の誘電体基板20の下部の詳細構成を示す斜視図である。
- 【図7】 本発明に係る第1の実装例である、携帯型パーソナルコンピュータ200に搭載された図4のアレーアンテナ装置を示す図である。
- 【図8】 本発明に係る第2の実装例である、PCカード211に搭載された図1のアレーアンテナ装置を示す図である。
- 【図9】 本発明に係る第3の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示す斜視図である。



- 【図10】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔  $d/\lambda$ に対する励振素子の自己アドミタンスの実数部Re(y00)を示すグラフである。
- 【図11】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔  $d/\lambda$ に対する励振素子の自己アドミタンスの虚数部  $Im(y_0)$ を示すグラフである。
- 【図12】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔  $d/\lambda$ に対する非励振素子の自己アドミタンスの実数部Re(y11)を示すグラフである。
- 【図13】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔  $d/\lambda$ に対する非励振素子の自己アドミタンスの虚数部  $Im(y_{11})$ を示すグラフである。
- 【図14】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔 d  $/\lambda$  に対する、励振素子と非励振素子との間の結合アドミタンスの実数部Re( $y_{0,1}$ )を示すグラフである。
- 【図15】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔  $d/\lambda$ に対する、励振素子と非励振素子との間の結合アドミタンスの虚数部  $Im(y_{0.1})$ を示すグラフである。
- 【図16】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔  $d/\lambda$ に対する、2つの非励振素子間の結合アドミタンスの実数部Re(y12)を示すグラフである。
- 【図17】 図9のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔  $d/\lambda$ に対する、2つの非励振素子間の結合アドミタンスの虚数部 Im(y12)を示すグラフである。
- 【図18】 本発明に係る第4の実施形態であるアレーアンテナ装置の構成を示すブロック図である。
- 【図19】 図18のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、可変リアクタンス素子12-2のリアクタンス値の半値x1に対する、アレーアンテナ装置の入力インピーダンス2inの実数部Re(Zin)を示すグ



ラフである。

- 【図20】 図18のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、可変リアクタンス素子12-2のリアクタンス値の半値x1に対する、アレーアンテナ装置の入力インピーダンス2inの虚数部Im(Zin)を示すグラフである。
- 【図21】 図18のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、振幅指向特性を示すグラフである。
- 【図22】 図18のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、位相指向特性を示すグラフである。
  - 【図23】 実施例に係る2波到来環境モデルを示す平面図である。
- 【図24】 図18のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、フェージング劣化の累積確率分布を示すグラフである。
- 【図25】 図18のアレーアンテナ装置に係るシミュレーション結果であって、波長 $\lambda$ で正規化されたアンテナ素子間隔 d $/\lambda$ に対する、ダイバシティ利得を示すグラフである。
- 【図 2.6 】 本発明に係る第 1 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。
- 【図 2 7】 本発明に係る第 2 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。
- 【図 28 】 本発明に係る第 3 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。
- 【図 29 】 本発明に係る第 4 の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。
- 【図30】 本発明に係る第5の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。
- 【図31】 本発明に係る第6の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。
- 【図32】 本発明に係る第7の変形例であるアレーアンテナ装置の平面図である。



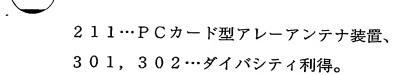
【図33】 従来技術に係る2素子のアレーアンテナ装置の構成を示すプロック図である。

【図34】 図33のアレーアンテナ装置における可変リアクタンス素子 12-1 への制御電圧に対するリアクタンス値X1 及び入力インピーダンスZi n を示すグラフである。

## 【符号の説明】

- A 0 …励振素子、
- A1, A2, A3, A4, A5, A6…非励振素子、
- A0a, A0b, A1a, A1b, A2a, A2b…アンテナ素子、
- D1…可変容量ダイオード、
- 1…同軸ケーブル、
- 1 a…中心導体、
- 1 b …外部導体、
- 2…低雜音增幅器(LNA)、
- 3…ダウンコンバータ (D/C)、
- 4···A/D変換器、
- 5-1, 5-2…ペアケーブル、
- 10…アンテナコントローラ、
- 11, 11 a…接地導体、
- 12-1乃至12-6…可変リアクタンス素子、
- 15…円周、
- 20…誘電体基板、
- 21, 22, 23, 24…電極、
- 25, 26…スルーホール導体、
- 100, 210…アレーアンテナ装置、
- 200…携帯型パーソナルコンピュータ、
- 201…上部筐体、
- 202…下部筐体、
- 203…PCカードスロット、



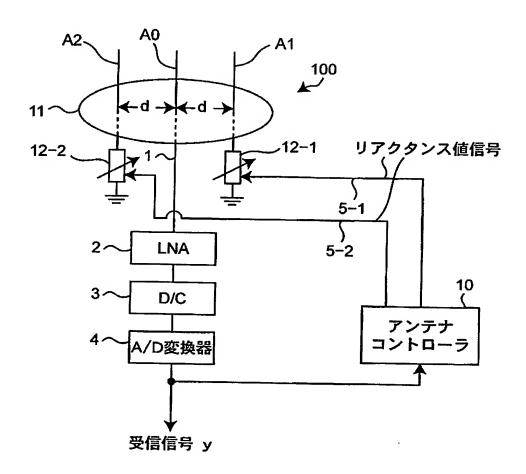




# 【書類名】 図面

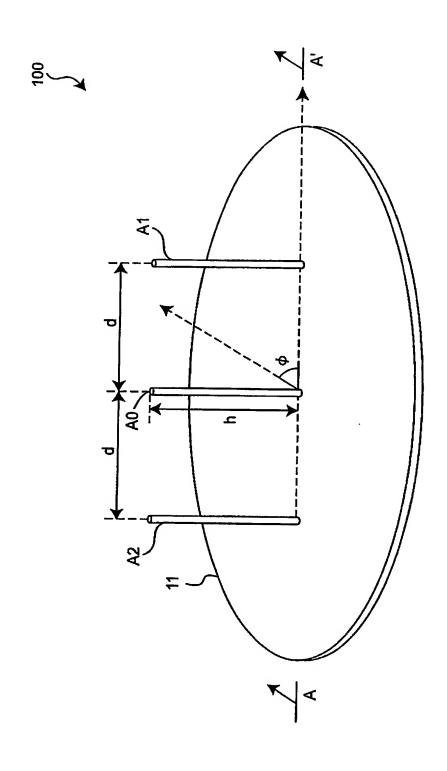
# 【図1】

# 第1の実施形態



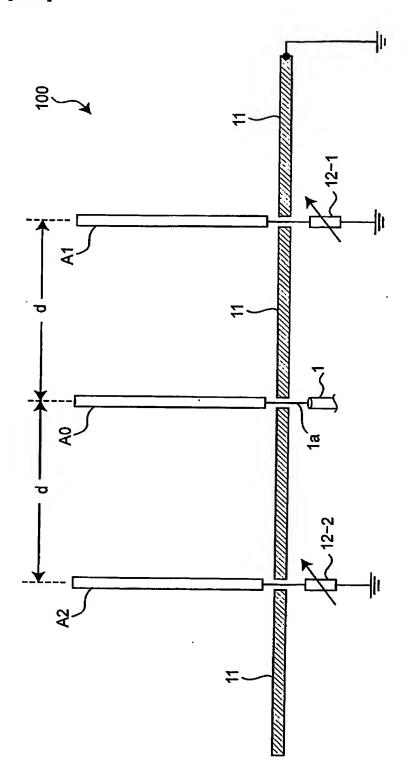


【図2】





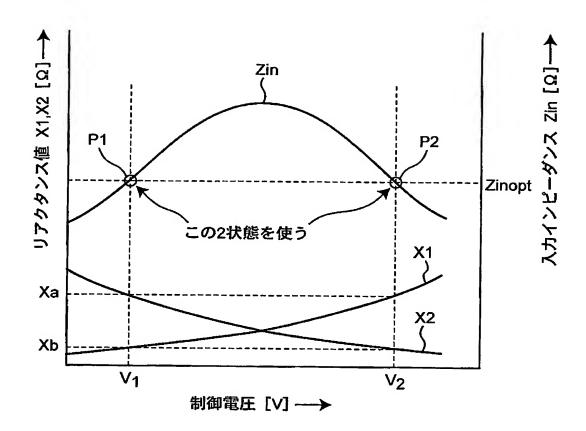
【図3】





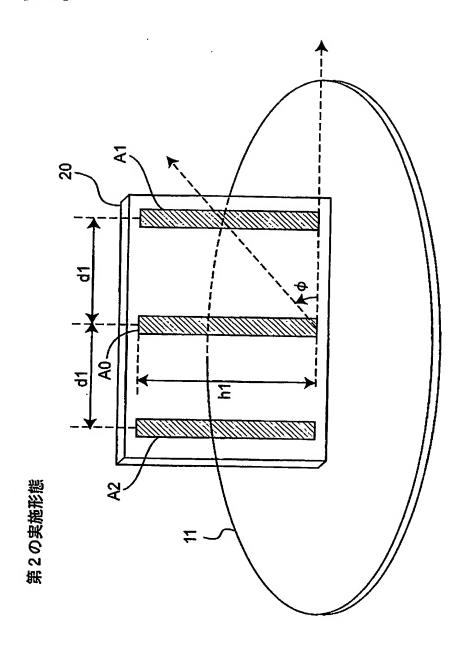
【図4】

# 実施形態



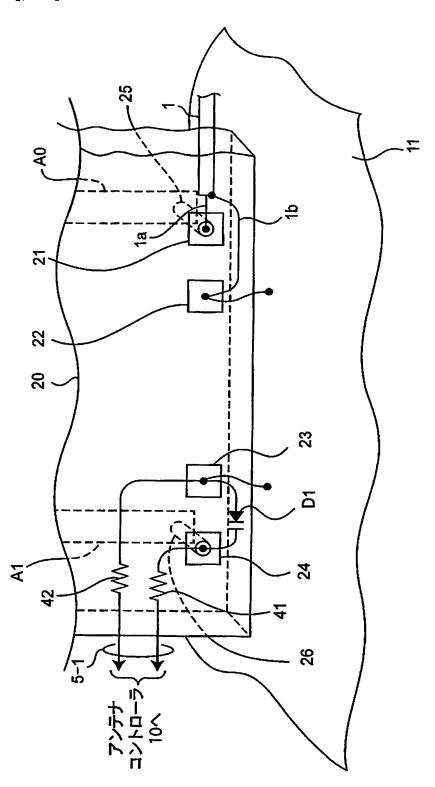


【図5】





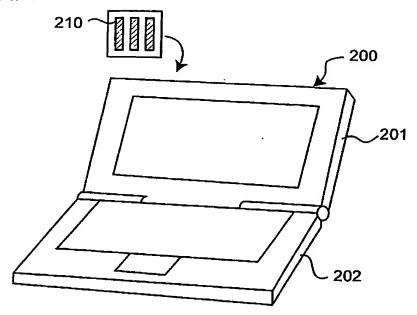
【図6】





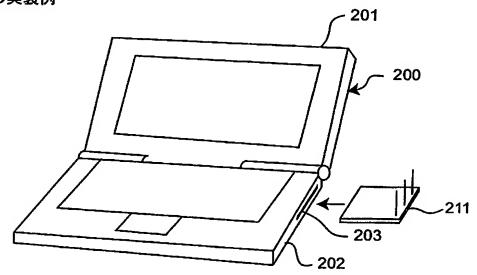
# 【図7】

# 第1の実装例



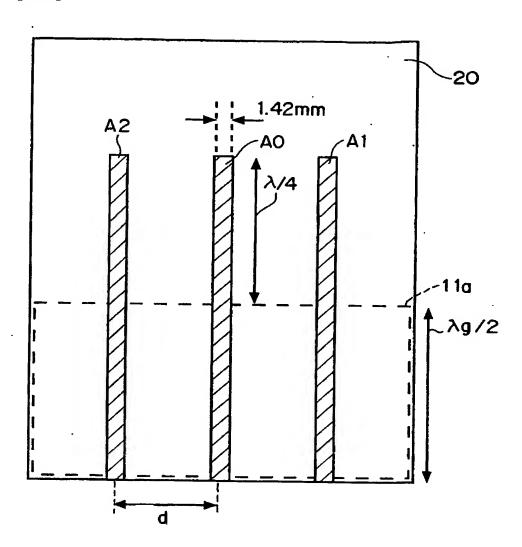
【図8】





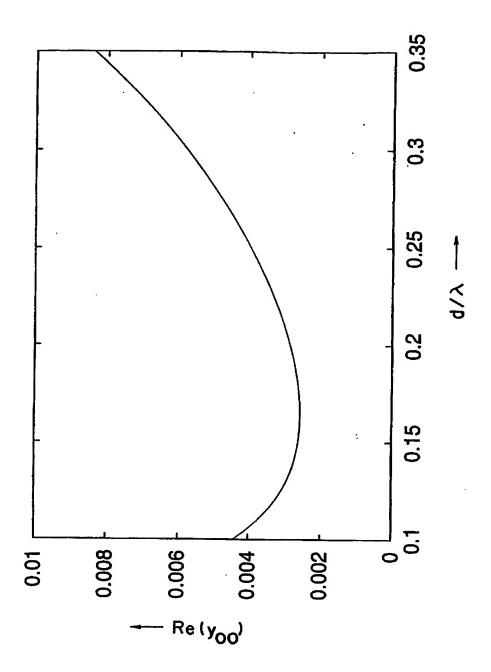


【図9】



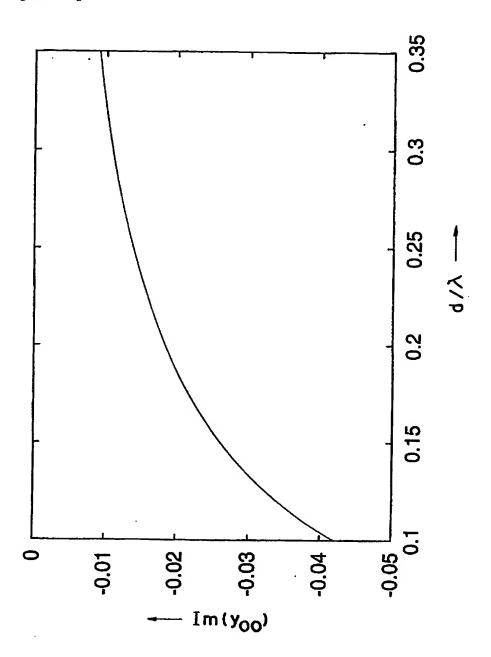


【図10】



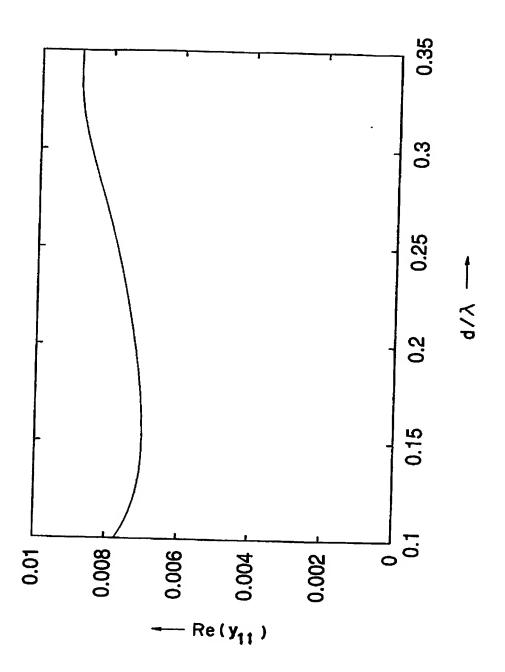


【図11】



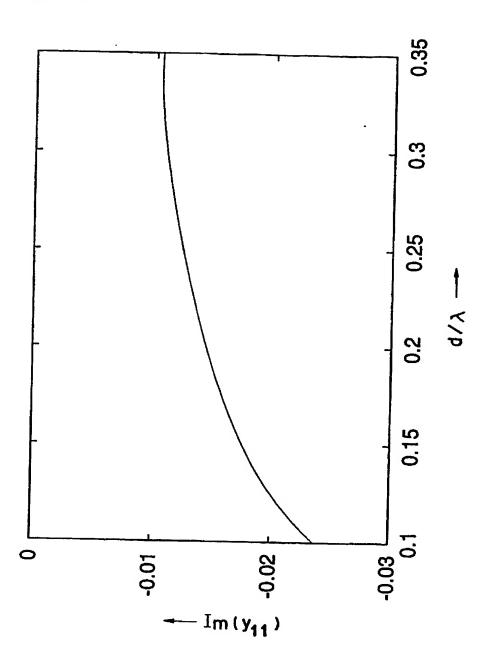


【図12】



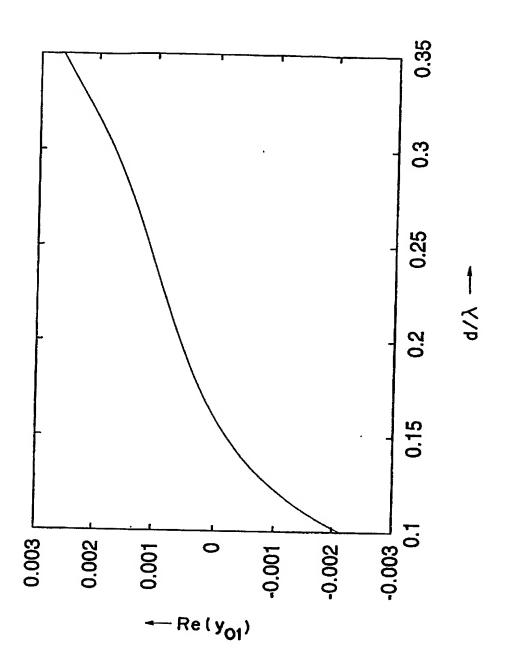


【図13】



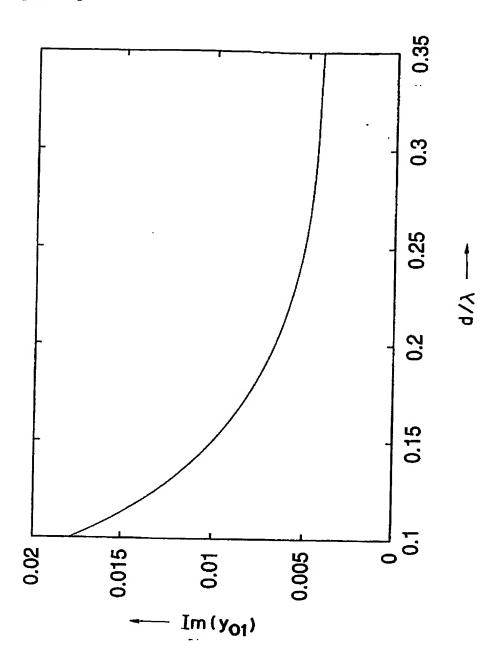


【図14】



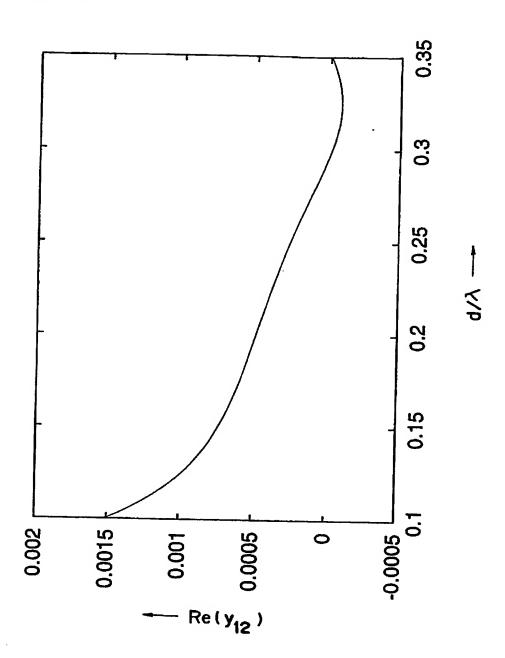


【図15】



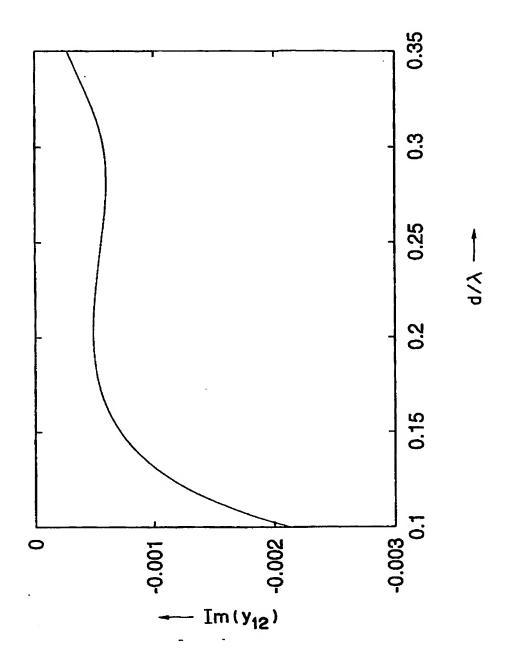


【図16】





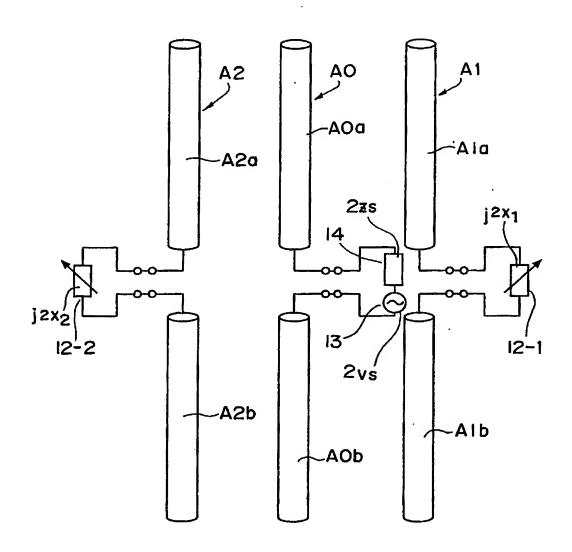
【図17】





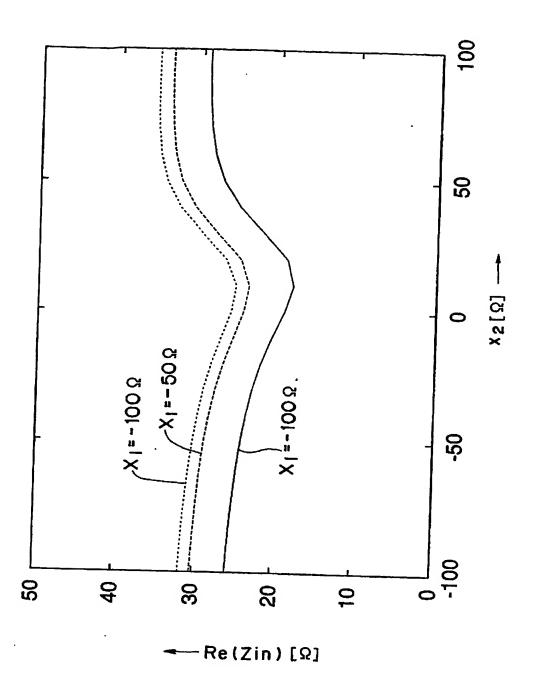
[図18]

# 第4の実施形態



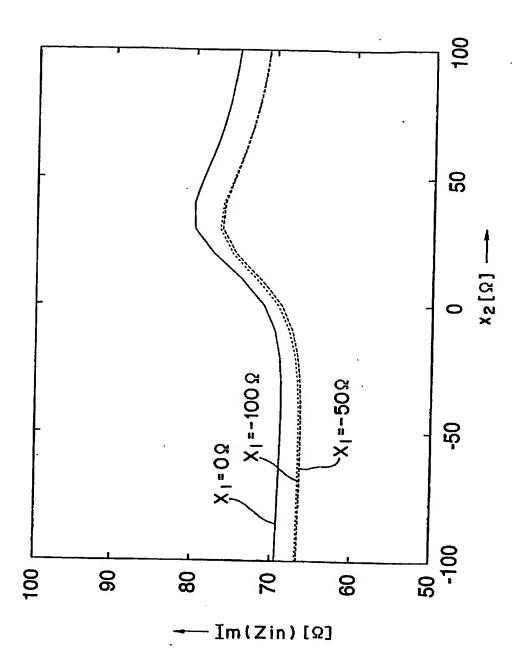


【図19】



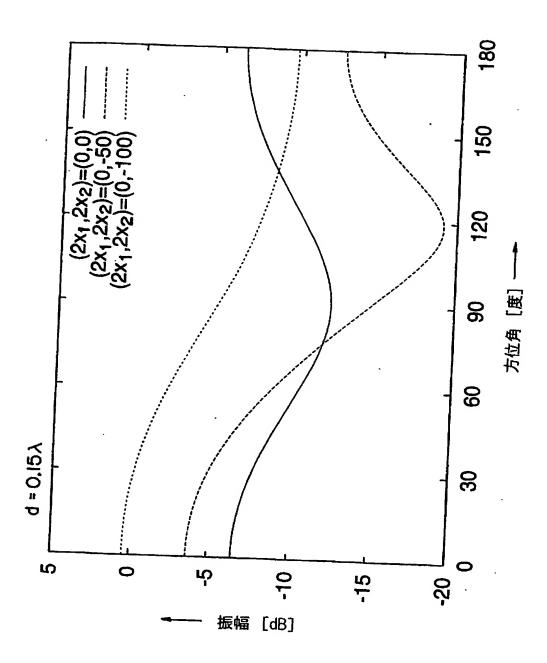


【図20】



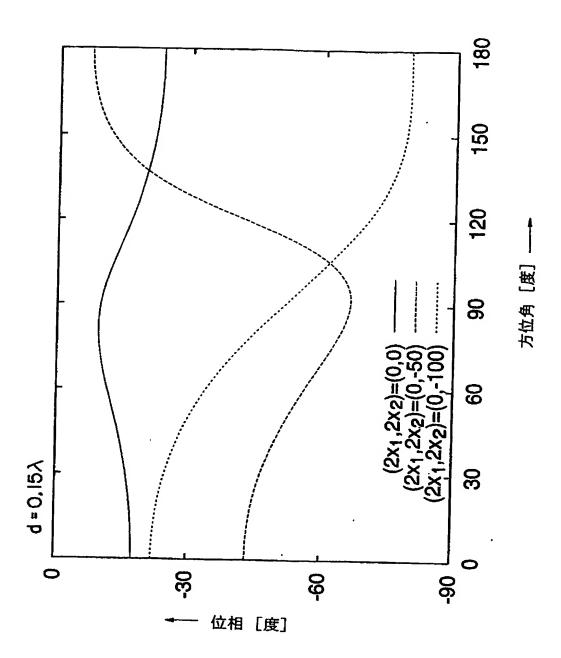


【図21】



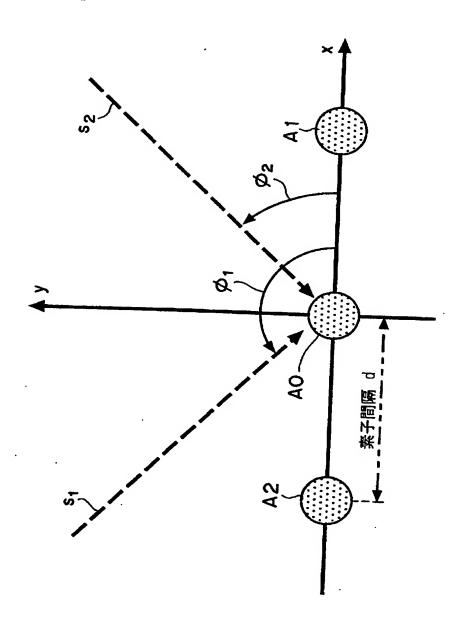


【図22】



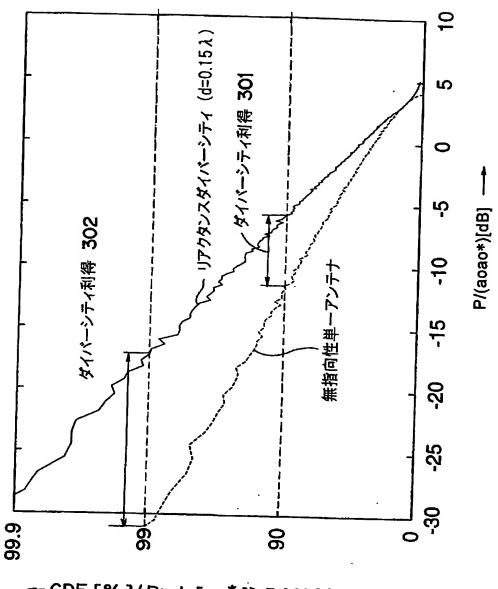


【図23】





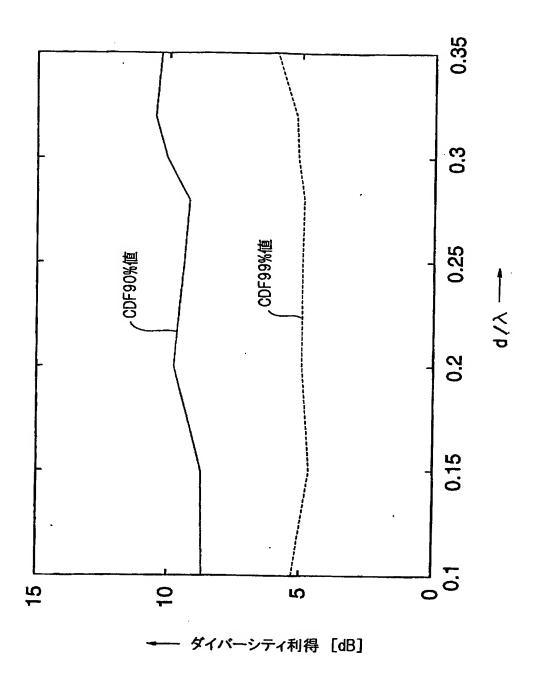
【図24】



-- CDF [%](Prob[yy\*]≥P[%])

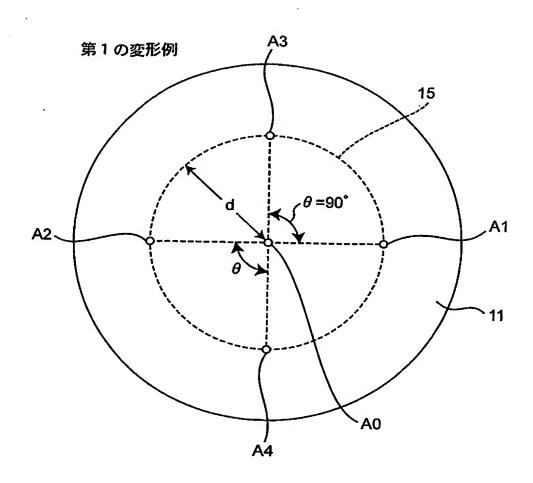


【図25】



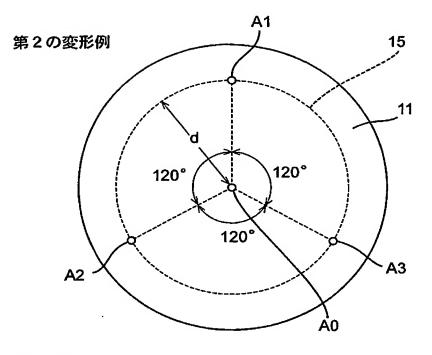


【図26】

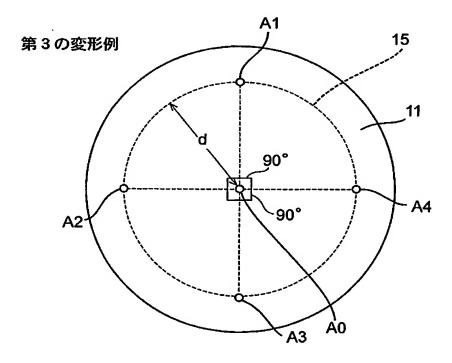




【図27】

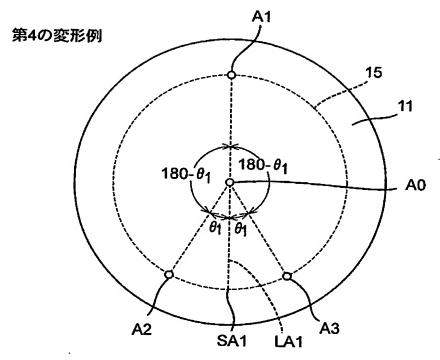


【図28】

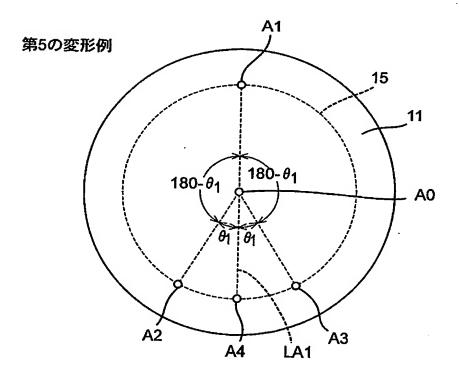




【図29】

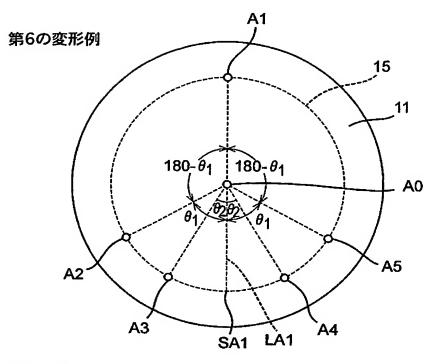


【図30】

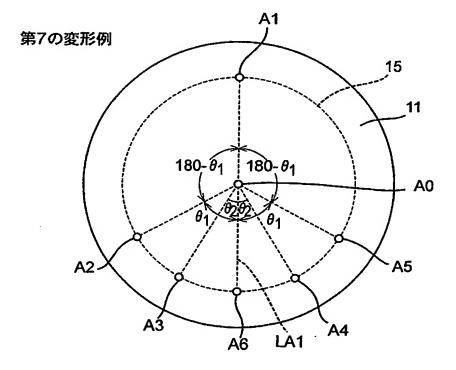




【図31】

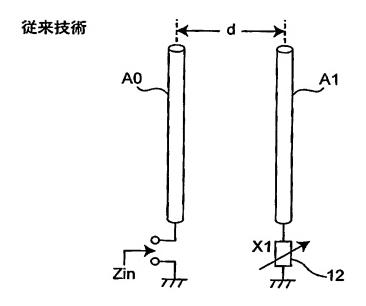


【図32】

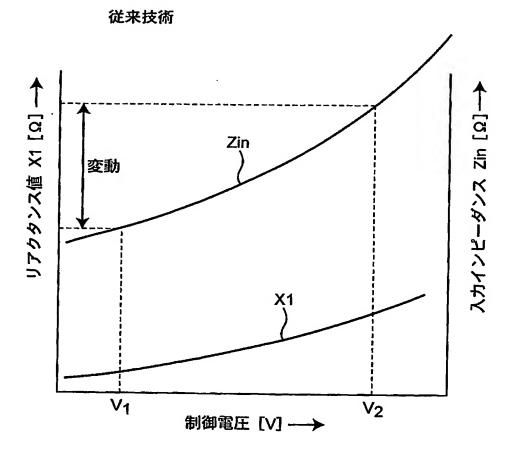




【図33】



【図34】





## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 ハードウェア構成及び制御がきわめて簡単であって、入力インピーダンスを実質的に変化させない。

【解決手段】 アレーアンテナ装置100は、送信された無線信号を受信するための励振素子A0と、2つの非励振素子A1,A2と、各非励振素子A1,A2にそれぞれ接続された可変リアクタンス素子12−1,12−2とを備えて構成され、それらに設定するリアクタンス値を変化させてその指向特性を変化させる。アンテナコントローラ10は受信される無線信号に基づいて、所定値以上のダイバシティ利得が得られかつ入力インピーダンス2inが実質的に変化しないように、可変リアクタンス素子12−1,12−2に対して第1のリアクタンス値セットを設定する第1の場合と、それに対して第2のリアクタンス値セットを設定する第2の場合のうち、各無線信号の信号電力の、より大きい値となるときのリアクタンス値セットを選択して設定する。

## 【選択図】 図1



特願2003-066871

# 出願人履歴情報

識別番号

[393031586]

1. 変更年月日

2000年 3月27日

[変更理由]

住所変更

住 所 名

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2株式会社国際電気通信基礎技術研究所